

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-025513

(43)Date of publication of application : 02.02.1993

(51)Int.Cl. B22F 9/08

B22F 1/00

C04B 35/00

C04B 35/48

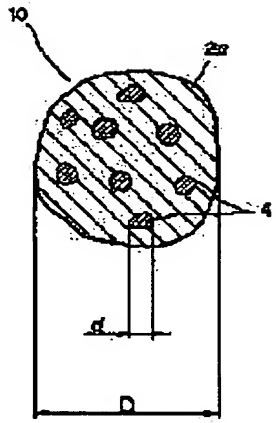
C04B 35/56

C04B 35/58

C04B 35/58

(21)Application number : 03-150605	(71)Applicant : TOSHIBA CORP TOSHIBA MATERUARU ENG KK
(22)Date of filing : 21.06.1991	(72)Inventor : KOBAYASHI KUNPEI MORIOKA TSUTOMU SATOU YOSHITOSHI FUKUDA YASUYUKI

(54) COMPOSITE METAL POWDER, ITS PRODUCTION AND WEAR-RESISTANT PARTS



(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a composite metal powder in which fine ceramic particles are uniformly dispersed in metal particles and the joining strength between both particles is enhanced and to provide wear-resistant parts excellent in structural strength and sliding characteristic from the composite metal powder.

CONSTITUTION: This composite metal powder 10 is obtained by dispersing ceramic particles 4 having $\leq 30\mu\text{m}$ diameter in a metal particle matrix 2a. The ceramics to be dispersed consists of at least one kind selected from Si_3N_4 , AlN , Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC and SiO_2 . The powder 10 is produced by atomizing the molten metal in

which the ceramic particles 4 are dispersed and solidifying the molten metal. The composite metal powder 10 is compacted and sintered to produce wear-resistant parts.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Compound metal powder characterized by distributing a ceramic particle with a particle size of 30 micrometers or less in a metal powder matrix.

[Claim 2] the distributed ceramic particle -- Si₃N₄, AlN, aluminum 2O₃, ZrO₂, and SiC and SiO₂ from -- compound metal powder according to claim 1 characterized by consisting of at least one sort chosen.

[Claim 3] Compound metal powder according to claim 1 which carries out the description of the particle size of compound metal powder being 300 micrometers or less.

[Claim 4] Compound metal powder according to claim 1 characterized by the floor area ratio of a ceramic particle being 1-50vol %.

[Claim 5] The manufacture approach of the compound metal powder characterized by making the metal molten metal which distributed the ceramic particle solidify by the atomizing method, and distributing a ceramic particle in a metal powder matrix.

[Claim 6] The manufacture approach of the compound metal powder according to claim 5 characterized by forming beforehand the coating layer which consists of an organic compound in the ceramic particle front face which a metal molten metal is made to distribute.

[Claim 7] The antifriction components characterized by forming with the sintered compact of the compound metal powder with which a ceramic particle with a particle size of 30 micrometers or less distributes and changes in a metal powder matrix.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the antifriction components manufactured using compound metal powder, its manufacture approach, and this, especially consists of a metal and a ceramic particle, and in case it forms the components which have a high configuration precision and a sliding property with powder-metallurgy processing, it relates to effective compound metal powder and its manufacture approach. Moreover, it is related with the antifriction components in which had the description of a metal and the ceramics simulataneously and the sliding property was excellent.

[0002]

[Description of the Prior Art] The ingredient excellent in abrasion resistance is used as a components ingredient which ****s mutually with the components which constitute an industrial machine etc. For example, in the rotary compressor which compresses the refrigerant for refrigerators, since the wear in the sliding section which ****s to mutual [, such as bearing, a revolving shaft and a cylinder, a vane and a dashboard, and a roller,] becomes remarkable especially, it is necessary to form those moving parts with the ingredient which has high abrasion resistance.

[0003] Conventionally, as this kind of an abrasion resistance material, there are what was constituted only from a metal, a thing constituted only from ceramics, a thing which compound-ized both raw materials so that the property of the both sides of a metal and the ceramics might be made to have simulataneously.

[0004] As an example constituted only from a metal, there are high-speed steel (high-speed-steel steel), ingot material of eutectic graphite cast iron, a Mo-nickel-Cr alloy, a Fe-C-Cu alloy, etc. Moreover, as an example constituted only from an inorganic compound, there is a formed sintered compact which calcinated ceramic raw material

powder, such as Si_3N_4 , AlN , aluminum 2O_3 , SiC , and SiO_2ZrO_2 , after compression molding in the predetermined configuration. As an example which furthermore compound-ized the above-mentioned metal and the ceramics, metal powder, a ceramic particle, or a ceramic filler (fiber) is mixed to homogeneity, and there are compression molding, composite material calcinated and formed about the obtained mixture.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as for the antifriction material formed only with the above metals, while workability is good, the trouble that the property (partner aggression) to wear violently the partner material on which abrasion resistance and lubricity slide deficiently is large has it. for example, VC and WC which are contained in high-speed-steel material, Mo_2C , and Cr_7C_3 etc. -- although hard carbide is formed and the degree of hardness for it is fully secured, the partner aggression by these carbide may become remarkable in many cases, and it may be unsuitable as a moving-part ingredient

[0006] It is a high degree of hardness, and moreover, the antifriction material formed only with the ceramics on the other hand has small coefficient of friction, and sliding nature is excellent, and there are many ingredients with the small partner aggression. However, by the high degree of hardness, since there is little impulse force-proof, there is a trouble that the floor to floor time and the man days for making the components of a predetermined configuration, such as grinding polishing, become huge. Moreover, since it is very small as compared with a metal, when the sliding section is constituted combining other metal components, the problem resulting from a heat expansion difference with a metal tends to generate the thermal expansion coefficient of the ceramics. For example, the dimension of slide members, such as a roller of a rotary system compressor, changes with heat expansion, the minute path clearance between slide members is expanded, the compression efficiency of a refrigerant falls, and there is a trouble of inviting the fall of refrigeration capacity finally.

[0007] Since an thermal expansion coefficient almost equivalent to a metal is obtained harnessing the abrasion resistance and the sliding property that on the other hand the ceramics has a metal and ceramic material, such as a ceramic particle and a ceramic filler, in the antifriction material made to compound-ize, when the sliding section is constituted combining other metal components, the evil by the above heat expansion differences can be solved.

[0008] However, when carrying out shaping sintering and manufacturing the composite of a predetermined configuration with the conventional powder-metallurgy processing after mixing metal powder, a ceramic particle, or a ceramic filler, a ceramic particle

tended to cause a segregation around metal particles, it was difficult to have made homogeneity decentralized in many cases, the sintered compact of a uniform presentation was hard to be obtained, and there was a trouble of reducing properties, such as a degree of hardness. Furthermore, when the sintered compact distributed to this ununiformity was used as sliding material, there was also a problem with the increasing partner aggression.

[0009] Moreover, since it was joined to one by sintering at temperature lower than the metal melting point, metal particles and a ceramic particle had the small bonding strength of a metal and a ceramic particle, and when it was used as sliding material, there was a problem that the structure reinforcement was low.

[0010] The purpose of this invention is made in order to solve the above-mentioned trouble, a metal and the ceramics distribute it to homogeneity mutually, and it is in offering both compound metal powder with high bonding strength and its manufacture approach.

[0011] Moreover, other purposes of this invention are to offer the antifriction components in which structure reinforcement and a sliding property were excellent using the above-mentioned compound metal powder.

[0012]

[Means for Solving the Problem and its Function] In order that they might attain the above-mentioned purpose, this invention persons tried compound-ization with various metal powder and a ceramic ingredient, formed the slide member using the compound-ized ingredient, and repeated the experiment which carries out comparative evaluation of the antiwear characteristic.

[0013] Consequently, when the compound metal powder which distributed the ceramic particle to homogeneity by fine-particles-izing the metal molten metal which distributed the ceramics by the atomizing method was formed and a moving part was formed with the sintered compact of this compound metal powder, structure reinforcement was high and the moving part excellent in the sliding property and the antiwear characteristic was obtained. This invention is completed based on the above-mentioned knowledge.

[0014] That is, compound metal powder concerning this invention is characterized by distributing a ceramic particle with a particle size of 30 micrometers or less in a metal powder matrix. moreover, the ceramic particle to distribute -- Si₃N₄, AlN, aluminum 2O₃, ZrO₂, and SiC and SiO₂ from -- it consists of at least one sort chosen.

[0015] The description of furthermore the particle size of compound metal powder being 300 micrometers or less is carried out.

[0016] Moreover, the floor area ratio of a ceramic particle is good to set it as 1 - 50vol %.

[0017] Furthermore, the manufacture approach of the compound metal powder of this invention makes the metal molten metal which distributed the ceramic particle solidify by the atomizing method, and is characterized by distributing a ceramic particle in a metal powder matrix.

[0018] Moreover, the antifriction components concerning this invention are characterized by forming with the sintered compact of the compound metal powder with which a ceramic particle with a particle size of 30 micrometers or less distributes and changes in a metal powder matrix.

[0019] as the ceramic material distributed between the metal matrices which carried out [above-mentioned] continuation -- Si₃N₄, AlN, aluminum 2O₃, ZrO₂, and SiC and SiO₂ etc. -- one sort -- or it is used by two or more sorts, mixing. Each above-mentioned ceramic material excels [degree of hardness] in abrasion resistance and a sliding property highly. It is especially Si₃N₄. It slides, the partner aggression has little resistance at smallness, and when it is used for a moving-part ingredient, the outstanding sliding property is demonstrated.

[0020] As a metallic material which forms the continuous matrix on the other hand, various alloys including pure iron, such as a Fe-Si alloy, a stainless alloy, aluminum alloy, and Ti alloy, can be used.

[0021] The above-mentioned compound metal powder makes detailed the molten metal which made homogeneity distribute predetermined ceramic powder by the usual atomizing process (the atomizing method), makes it solidify, and is manufactured (fine-particles-izing). That is, the compound metal powder which the ceramics combined firmly and distributed in the continuous metal powder matrix is efficiently manufactured by feeding a high-pressure force fluid, atomizing the molten metal to spout separately, (atomization), blowing in underwater, or blowing in during a level tunnel and making it solidify, in case the molten metal containing ceramic powder is spouted through a nozzle.

[0022] as the high-pressure force fluid here for atomization -- Ar and N₂ etc. -- inactive high pressure gas and high-speed high pressure -- a stream etc. is used.

[0023] In the above-mentioned manufacture approach, by the case where it blows in during a tunnel, powder grain size can be classified and compound metal powder can be collected with the distance from the nozzle which spouts molten metal to the fall location in a tunnel. Moreover, after carrying out pulverization by the above-mentioned approach, when only predetermined time performs decarbonization (reduction) processing at suitable temperature, the compound metal powder which has a desired carbon content can be obtained.

[0024] Furthermore, in order to make good the dispersibility of the ceramic particle and metal molten metal which a metal molten metal is made to distribute, it is good to form in the front face of a ceramic particle beforehand the coating layer which consists of an organic compound. That is, the front face of a ceramic [being adjusted to predetermined particle size by the mechanical grinding means etc.] particle has remarkable irregularity, and the way things stand, since the concordance (wettability) of a ceramic particle and a metal molten metal is not good, it has a possibility that distribution of the ceramic particle to a metal molten metal may not become homogeneity.

[0025] However, while the wettability of a molten metal metal and a ceramic particle is improved and being able to aim at uniform distribution of a ceramic particle by forming in the front face of each ceramic particle beforehand the coating layer which consists of an organic compound, and making a front face smooth, both bonding strength can be raised.

[0026] Moreover, in order to hold the configuration precision of a Plastic solid, and reinforcement highly, as for the particle size of compound metal powder, it is desirable to set it as 300 micrometers or less. That is, since the green strength of the Plastic solid which pressed and obtained this powder becomes small, and powder becomes even the fine part of a die that it is fully hard to fill up while handling nature falls when the particle size of compound metal powder exceeds 300 micrometers, configuration precision tends to fall. Moreover, by the general-purpose atomizing method, it is hard to manufacture the big and rough compound metal powder exceeding 300 micrometers efficiently. Therefore, although the particle size of compound metal powder is set as 300 micrometers or less, in order to raise a Plastic solid consistency more, 200 micrometers or less are desirable.

[0027] The particle size of the ceramic particle distributed in a metal on the other hand is good to set it as 30 micrometers or less, in order to raise both bonding strength. While own structure reinforcement of compound metal powder becomes low, the distributed condition of a ceramic particle over a metal matrix worsens, and it becomes impossible the plane-of-composition product of a metal matrix and a ceramic particle not only to become small, but that is, to demonstrate a uniform sliding property, when the particle size of a ceramic particle exceeds 30 micrometers.

[0028] Therefore, when the particle size of compound metal powder is 300 micrometers or less, the particle size of a ceramic particle is more desirably good to set [30 micrometers or less] it as 10 micrometers or less.

[0029] Moreover, the floor area ratio of the ceramic particle to the whole compound metal powder influences greatly the abrasion resistance of compound metal powder,

lubricity, a strength property, a sliding property, an thermal expansion coefficient, etc. In this invention, a floor area ratio is set as 1 - 50vol %. Since the thermal expansion coefficient of the compound metal powder itself is greatly far apart from a metaled thermal expansion coefficient when a floor area ratio exceeds 50vol(s)% while the degree of hardness (abrasion resistance) with which ceramic material is equipped, a sliding property, lubricity, etc. are not fully given to compound metal powder, when a floor area ratio is under 1vol %, it becomes difficult to use it combining the components formed with this compound metal powder and other metal components. Therefore, although the floor area ratio of a ceramic particle is set as 1 - 50vol %, it is 10-30vol % more preferably.

[0030] Moreover, the antifriction components concerning this invention form the Plastic solid of a predetermined configuration by adding a binder to the compound metal powder first prepared by the atomizing method as mentioned above, i.e., the compound metal powder which distributes a ceramic particle with a particle size of 30 micrometers or less, and changes in a metal powder matrix, and filling up and pressing into a die. Next, after degreasing the acquired Plastic solid, it sinters, the obtained sintered compact is finish-machined in a predetermined configuration, and it is manufactured.

[0031] Since the compound metal powder which the very fine particle of the ceramics already distributed to homogeneity in the metal is used in the powder phase of a raw material according to the above-mentioned antifriction components, the dispersibility of the ceramics contained on the antifriction components itself is also very good. Therefore, the fall of the sliding property depended badly [distribution of the ceramic particle which occurred frequently in components conventionally] is canceled effectively.

[0032] It becomes possible to shorten sharply the mixing time of the raw material in the conventional powder-metallurgy processing which mixed especially metal powder and a ceramic particle for a long time, and was reducing dispersion in the presentation of raw material powder, and it can raise the manufacture effectiveness of antifriction components by leaps and bounds.

[0033] Moreover, in the conventional process, since it heated at sintering temperature lower than the metaled melting point and metal powder and the ceramics were joined for the first time in the sintering phase, bonding strength was small and there was a possibility that the structure reinforcement of the antifriction components itself might fall.

[0034] However, all the front faces of each ceramic particle will be covered with the metal molten metal of the high temperature fused in this invention, the bonding strength of the antifriction components which consist of the sintered compact of this compound metal powder since compound metal powder is beforehand formed in the

condition of having been joined to one with high bonding strength will also become high, and it will have the outstanding structure reinforcement.

[0035]

[Example] Next, the example of this invention is more concretely explained with reference to an accompanying drawing and experimental data.

[0036] the atomizing-powder manufacturing installation 1 as shown in drawing 2 as an example -- using it -- as a metal -- each -- pure -- while using Fe and SUS304 -- as an inorganic compound -- particle size -- Si₃N₄ 5-20 micrometers or less powder -- using it -- each -- pure -- the compound metal powder which makes Fe and SUS304 a matrix was prepared.

[0037] The molten metal 3 in which the atomizing-powder manufacturing installation 1 shown in drawing 2 here dissolved the metal raw material 2, The fusion furnace 5 holding mixture with the ceramic particle (raw material) 4, and the high-frequency-induction-heating machine 6 which it is arranged at the side-attachment-wall periphery of a fusion furnace 5, and the metal raw material 2 is heated [machine] electromagnetic and makes it fuse, The nozzle header 7 which makes the metal molten metal 3 which distributed the ceramic particle (raw material) 4 blow off with constant speed, It has the high-pressure fluid feeder 8 which supplies high-pressure fluids, such as high-pressure water and the compressed air, to the nozzle header 7, and makes detailed the metal molten metal 3 which blew off, and the spraying tank 9 which held the water which carries out cooling coagulation of the sprayed metal molten metal 3, and is constituted.

[0038] With the high-frequency-induction-heating vessel 6, heating melting of the metal raw material 2 thrown in in the fusion furnace 5 is carried out, and it serves as the metal molten metal 3. If the ceramic particle 4 is supplied in this condition, stirring mixing of the molten metal 3 and the ceramic particle 4 which convect violently according to the electromagnetic force received from the high-frequency-induction-heating machine 6 will be carried out. By the compressed air (high-pressure fluid) of two to 8 atmospheric pressure supplied to the nozzle header 7, the molten metal 3 which the ceramic particle 4 distributed to homogeneity is made detailed, is solidified further, serves as the compound metal powder 10, and are collected by the spraying tank 9 lower part.

[0039] In this manufacturing installation 1, the particle size and particle size distribution of the compound metal powder 10 can be set as arbitration by adjusting the pressure of the magnitude of the pore drilled in the nozzle header 7, the spray velocity of the molten metal 3 which the ceramic particle 4 distributed, and the high-pressure fluid

for atomization etc.

[0040] As each is shown in drawing 1 , it is spherical, and an outer diameter D is about 50-200 micrometers, and each compound metal powder 10 manufactured using the above-mentioned manufacturing installation 1 has the organization which the ceramic particle 4 distributed to homogeneity between continuous profile metal Matrix 2 a. Moreover, the floor area ratio of the ceramic particle to a compound metal powder complete product was made into 10 - 20vol%.

[0041] next, each prepared compound metal powder -- receiving -- 5% of the weight of an organic binder -- adding -- mixing -- two kinds of uniform powder -- the mixture was prepared.

[0042] next -- each -- the mixture was pressurized and the cylinder-like Plastic solid was acquired. And it degreased by heating each Plastic solid at the temperature of 500-800 degrees C in a hydrogen gas ambient atmosphere for for 30 minutes to 2 hours. Next, in the hydrogen gas ambient atmosphere which decompressed each degreased Plastic solid, it sintered at the temperature of 1300 degrees C. And it machined to each acquired Plastic solid, and the bearing of the shape of a cylinder as antifriction components which finally have the outer diameter of 30mm, the bore of 26mm, and a dimension with a height of 10mm was obtained.

[0043] the metal of each of this bearing whose thermal expansion coefficient it excels in sintered density and anti-chip box reinforcement, and is also a matrix is pure -- it was almost an equal Fe and SUS304.

[0044] Next, in order to evaluate the antiwear characteristic, the sliding property, and endurance of each bearing as antifriction components concerning an example, as shown in drawing 3 , the revolving shaft 12 made from FCD was inserted in each bearing 11, and where a total of every 10kg each of 20kg loads is added to the both ends of this revolving shaft 12, as a result of carrying out an antifriction trial, good abrasion resistance and endurance were acquired.

[0045] In the above-mentioned example, although the example for which the carbon content used the low metal raw material shows, the external surface of compound metal powder which manufactured when a metal raw material with a conversely high carbon content was used tends to oxidize, and the carbon content inside powder becomes high. Then, by performing decarbonization processing heated in temperature of 950-1000 degrees C, C content can consider as the compound metal powder which is about 0.05 - 0.1%.

[0046] Stirring mixing of the ceramic particle 4 is carried out, and it is made to distribute in the metal molten metal 3 in the atomizing-powder manufacturing

installation furthermore shown in drawing 2 according to the convection-current operation based on the electromagnetic force given to a molten metal 3 with the high-frequency-induction-heating vessel 6.

[0047] However, the fusion furnace 5 interior can also be equipped with the agitator formed with refractory metal ingredients which bear heat from the metal molten metal 3 in order to heighten the stirring effectiveness more, such as W and Mo.

[0048]

[Effect of the Invention] According to the antifriction components formed above from the compound metal powder concerning this invention, its manufacture approach, and compound metal powder as explanation, the compound metal powder which the inorganic compound particle distributed to homogeneity and was unified with high bonding strength between the continuous metal matrices is efficiently obtained by carrying out pulverization of the metal molten metal containing inorganic compound powder by the atomizing method.

[0049] By using this compound metal powder as raw material powder, it can be cheap and the antifriction components which inorganic compound powder distributed to homogeneity can be manufactured efficiently.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The expanded sectional view showing one example of the compound metal powder concerning this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing the example of a configuration of the atomizing-powder manufacturing installation for manufacturing the compound metal powder concerning this invention.

[Drawing 3] The perspective view showing the antifriction trial point.

[Description of Notations]

1 Atomizing-Powder Manufacturing Installation

2 Metal Raw Material

2a Metal matrix

3 Molten Metal

4 Ceramic Particle (Raw Material)

5 Fusion Furnace

6 High-frequency-Induction-Heating Machine

7 Nozzle Header

8 High-Pressure Fluid Feeder

9 Spraying Tank

10 Compound Metal Powder

11 Bearing

12 Revolving Shaft

[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-25513

(43)公開日 平成5年(1993)2月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 F 9/08	A	9157-4K		
1/00	E	7803-4K		
C 0 4 B 35/00	B	8924-4G		
35/48	C	7310-4G		
35/56	1 0 1 K	7310-4G		

審査請求 未請求 請求項の数7(全 6 頁) 最終頁に続く

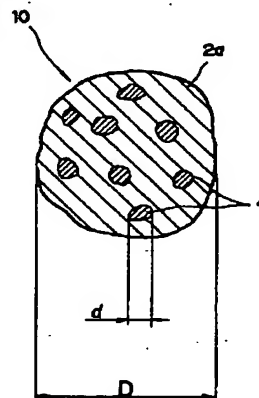
(21)出願番号	特願平3-150605	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成3年(1991)6月21日	(71)出願人	000221203 東芝マテリアルエンジニアリング株式会社 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地
		(72)発明者	小林 薫平 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
		(72)発明者	森岡 勉 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
		(74)代理人	弁理士 波多野 久 (外1名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合金属粉末とその製造方法および耐摩耗部品

(57)【要約】

【目的】本発明の目的は、金属粒子中に微細なセラミックス粒子が均一に分散し、両者の接合強度が高い複合金属粉末とその製造方法を提供するとともに、上記複合金属粉末を使用して構造強度および摺動特性が優れた耐摩耗部品を提供することにある。

【構成】本発明に係る複合金属粉末は、金属粉末マトリックス中に粒径 $30\mu\text{m}$ 以下のセラミックス粒子を分散させたものである。分散させるセラミックスは Si_3N_4 、 AlN 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiC および SiO_2 から選択される少なくとも1種から成る。上記複合金属粉末は、セラミックス粒子を分散させた金属溶湯をアトマイズして凝固せしめて製造される。また耐摩耗部品は上記複合金属粉末を成形焼結して製造される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属粉末マトリックス中に粒径 $30\mu\text{m}$ 以下のセラミックス粒子を分散させたことを特徴とする複合金属粉末。

【請求項2】 分散させたセラミックス粒子は、 Si_3N_4 、 AlN 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiC および SiO_2 から選択される少なくとも1種から成ることを特徴とする請求項1記載の複合金属粉末。

【請求項3】 複合金属粉末の粒径が $300\mu\text{m}$ 以下であることを特徴する請求項1記載の複合金属粉末。

【請求項4】 セラミックス粒子の容積率が $1\sim 50\text{vol}\%$ であることを特徴とする請求項1記載の複合金属粉末。

【請求項5】 セラミックス粒子を分散させた金属溶湯をアトマイズ法により凝固せしめ、金属粉末マトリックス中にセラミックス粒子を分散させることを特徴とする複合金属粉末の製造方法。

【請求項6】 金属溶湯に分散させるセラミックス粒子表面に、有機化合物から成るコーティング層を予め形成することを特徴とする請求項5記載の複合金属粉末の製造方法。

【請求項7】 金属粉末マトリックス中に粒径 $30\mu\text{m}$ 以下のセラミックス粒子が分散して成る複合金属粉末の焼結体で形成したことを特徴とする耐摩耗部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は複合金属粉末とその製造方法およびこれを用いて製造される耐摩耗部品に係り、特に金属とセラミックス粒子とから成り、粉末冶金法によって高い形状精度および摺動特性を有する部品を形成する際に有効な複合金属粉末およびその製造方法に関する。また金属とセラミックスとの特徴を併有し摺動特性が優れた耐摩耗部品等に関する。

【0002】

【従来の技術】産業機械等を構成する部品で相互に摺接する部品材料としては、耐摩耗性に優れた材料が使用される。例えば冷凍機用冷媒を圧縮するロータリ圧縮機においては、軸受と回転軸、シリンダとペーン、仕切板とローラなど相互に摺接する摺動部における摩耗が特に顕著になるため、それらの摺動部品は高い耐摩耗性を有する材料で形成する必要がある。

【0003】従来、この種の耐摩耗材料としては、金属のみで構成したもの、セラミックスのみで構成したもの、および金属とセラミックスとの双方の特性を併有させるように両原料を複合化したものなどがある。

【0004】金属のみで構成した例としては、高速度鋼（ハイス鋼）や共晶黒鉛鋳鉄の溶製材や Mo-Ni-Cr 合金、 Fe-C-Cu 合金などがある。また無機化合物のみで構成した例としては、 Si_3N_4 、 AlN 、 Al_2O_3 、 SiC 、 SiO_2 、 ZrO_2 などのセラミック

ス原料粉を所定形状に圧縮成形後、焼成した形成した焼結体がある。さらに上記金属とセラミックスとを複合化した例としては、金属粉末とセラミックス粒子あるいはセラミックスフィラー（ファイバー）とを均一に混合し、得られた混合体を圧縮成形、焼成して形成した複合材料などがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような金属のみで形成した耐摩耗材は加工性は良好である一方、耐摩耗性および潤滑性が乏しく摺動する相手材を激しく摩耗させる性質（相手攻撃性）が大きい問題点がある。例えばハイス材では、含有される VC 、 WC 、 Mo_2C 、 Cr_7C_3 等の硬い炭化物が形成されており、このための硬度は充分に確保されるが、これら炭化物による相手攻撃性が著しくなる場合が多く、摺動部品材料としては不適当な場合がある。

【0006】一方、セラミックスのみで形成した耐摩耗材は、高硬度で、しかも摩擦係数が小さく、かつ摺動性が優れ、相手攻撃性が小さい材料が多い。しかしながら高硬度で耐衝撃力が少ないため、所定形状の部品に仕上げるための研削研磨等の加工時間および工数が膨大となる問題点がある。またセラミックスの熱膨脹率は金属と比較して極めて小さいため、他の金属部品と組み合わせて摺動部を構成した場合には、金属との熱膨脹差に起因する問題が発生し易い。例えばロータリ式圧縮機のローラ等の摺動部材の寸法が熱膨脹によって変化し、摺動部材相互間の微小なクリアランスが拡大して冷媒の圧縮効率が低下し、最終的に冷却能力の低下を招来する等の問題点がある。

【0007】一方金属とセラミックス粒子、セラミックスフィラー等のセラミックス材とを複合化した耐摩耗材においては、セラミックスが有する耐摩耗性および摺動特性を活かしながら金属とほぼ同等の熱膨脹率が得られるため、他の金属部品と組み合わせて摺動部を構成した場合においても、前記のような熱膨脹差による弊害を解決することができる。

【0008】しかしながら従来の粉末冶金法によって、金属粉末とセラミックス粒子あるいはセラミックスフィラーとを混合した後、成形焼結して所定形状の複合材を製造する際に、金属粒子周辺にセラミックス粒子が偏析を起こし易く、均一に分散化させることが困難な場合が多く、均一な組成の焼結体が得られにくく、硬度等の特性を低下させる問題点があった。さらに、この不均一に分散した焼結体を摺動材として使用した場合には相手攻撃性が高まる問題もあった。

【0009】また金属粒子とセラミックス粒子とは金属の融点より低い温度で焼結によって一体に接合されるため金属とセラミックス粒子との接合強度が小さく、摺動材として使用した場合に、その構造強度が低いという問題があった。

【0010】本発明の目的は上記の問題点を解決するためになされたものであり、金属とセラミックスとが相互に均一に分散し、両者の接合強度が高い複合金属粉末とその製造方法を提供することにある。

【0011】また本発明の他の目的は上記複合金属粉末を使用して構造強度および摺動特性が優れた耐摩耗部品を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段と作用】本発明者らは上記目的を達成するため種々の金属粉末とセラミックス材料との複合化を試み、複合化した材料を使用して摺動部材を形成し、その耐摩耗特性を比較評価する実験を繰り返した。

【0013】その結果、セラミックスを分散させた金属溶湯をアトマイズ法によって粉体化することによりセラミックス粒子を均一に分散した複合金属粉末を形成し、この複合金属粉末の焼結体で摺動部品を形成したときに、構造強度が高く、摺動特性および耐摩耗特性が優れた摺動部品が得られた。本発明は上記知見に基づいて完成されたものである。

【0014】すなわち本発明に係る複合金属粉末は、金属粉末マトリックス中に粒径 $30\mu\text{m}$ 以下のセラミックス粒子を分散させたことを特徴とする。また分散させるセラミックス粒子は、 Si_3N_4 、 AlN 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiC および SiO_2 から選択される少なくとも1種から成る。

【0015】さらに複合金属粉末の粒径が $300\mu\text{m}$ 以下であることを特徴する。

【0016】またセラミックス粒子の容積率は1～50 vol %に設定するとよい。

【0017】さらに本発明の複合金属粉末の製造方法は、セラミックス粒子を分散させた金属溶湯をアトマイズ法により凝固せしめ、金属粉末マトリックス中にセラミックス粒子を分散させることを特徴とする。

【0018】また本発明に係る耐摩耗部品は、金属粉末マトリックス中に粒径 $30\mu\text{m}$ 以下のセラミックス粒子が分散して成る複合金属粉末の焼結体で形成したことを特徴とする。

【0019】上記連続した金属マトリックス間に分散させるセラミックス材としては、 Si_3N_4 、 AlN 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiC および SiO_2 などが1種または2種以上混合して使用される。上記セラミックス材は、いずれも硬度が高く耐摩耗性および摺動特性に優れている。特に Si_3N_4 はすべり抵抗が小で相手攻撃性が少なく、摺動部品材料に使用した場合には優れた摺動特性を発揮する。

【0020】一方、連続したマトリックスを形成する金属材料としては、純鉄をはじめ、 Fe-Si 合金、ステンレス合金、 Al 合金、 Ti 合金など各種合金を使用することができる。

【0021】上記複合金属粉末は、所定のセラミックス粉末を均一に分散させた熔融金属を通常の噴霧法（アトマイズ法）により微細化し凝固せしめて（粉体化）製造される。すなわちセラミックス粉末を含有する熔融金属をノズルを通して噴出する際に、別途、高圧力流体を送給して、噴出する熔融金属を噴霧化（アトマイズ）して水中に吹き込むか、または水平なトンネル中に吹き込み凝固させることにより、連続した金属粉末マトリックス中にセラミックスが強固に結合し分散した複合金属粉末が効率的に製造される。

【0022】ここでアトマイズ用の高圧力流体としては、 Ar 、 N_2 などの不活性高圧ガス、高速高圧流水などが使用される。

【0023】上記製造方法において、トンネル中に吹き込む場合では、熔融金属を噴出するノズルからトンネル内の落下位置までの距離によって粉末粒度を区分して複合金属粉末を収集することができる。また上記方法で微粉化した後に、適当な温度で所定時間だけ脱炭（還元）処理を行なうことによって所望の炭素量を有する複合金属粉末を得ることができる。

【0024】さらに、金属溶湯に分散させるセラミックス粒子と金属溶湯との分散性を良好にするために、セラミックス粒子の表面に有機化合物から成るコーティング層を予め形成しておくといよい。すなわち機械的粉碎手段等によって所定粒径に調整されたままのセラミックス粒子の表面は凹凸が顕著であり、このままではセラミックス粒子と金属溶湯とのなじみ（濡れ性）が良好でないため、金属溶湯に対するセラミックス粒子の分散が均一にならないおそれがある。

【0025】しかしながら、各セラミックス粒子の表面に有機化合物から成るコーティング層を予め形成しておくことで表面を円滑にすることにより、溶湯金属とセラミックス粒子との濡れ性が改善され、セラミックス粒子の均一な分散が図れるとともに、両者の接合強度を高めることができる。

【0026】また複合金属粉末の粒径は成形体の形状精度、強度を高く保持するために、 $300\mu\text{m}$ 以下に設定することが望ましい。すなわち複合金属粉末の粒径が $300\mu\text{m}$ を超える場合には、この粉末を圧縮成形して得た成形体のグリーン強度が小さくなり、取扱性が低下すると共に成形体の細かい部位までに粉末が十分に充填されにくくなるため、形状精度が低下し易い。また汎用のアトマイズ法では、 $300\mu\text{m}$ を超える粗大な複合金属粉末を効率的に製造しにくい。したがって、複合金属粉末の粒径は $300\mu\text{m}$ 以下に設定されるが、成形体密度をより上昇させるためには $200\mu\text{m}$ 以下が望ましい。

【0027】一方金属中に分散させるセラミックス粒子の粒径は、両者の接合強度を高めるために、 $30\mu\text{m}$ 以下に設定するとよい。すなわちセラミックス粒子の粒径が $30\mu\text{m}$ を超える場合には金属マトリックスとセラミ

ックス粒子との接合面積が小さくなるだけでなく、複合金属粉末自身の構造強度が低くなるとともに、金属マトリックスに対するセラミックス粒子の分散状態が悪くなり、均一な摺動特性を発揮できなくなる。

【0028】したがって複合金属粉末の粒径が300 μ m以下の場合において、セラミックス粒子の粒径は30 μ m以下、より望ましくは10 μ m以下に設定するとよい。

【0029】また複合金属粉末全体に対するセラミックス粒子の容積率は、複合金属粉末の耐摩耗性、潤滑性、強度特性、摺動特性、熱膨脹率等に大きく影響する。本発明では容積率は1~50 vol %に設定される。容積率が1 vol %未満の場合にはセラミックス材が備える硬度（耐摩耗性）、摺動特性、潤滑性などが複合金属粉末に十分に付与されない一方、容積率が50 vol %を超える場合には、複合金属粉末自体の熱膨脹率が金属の熱膨脹率から大きく隔たるため、この複合金属粉末で形成した部品と他の金属部品とを組み合わせ使用することが困難になる。したがってセラミックス粒子の容積率は1~50 vol %に設定されるが、より好ましくは10~30 vol %である。

【0030】また本発明に係る耐摩耗部品は、まず上記のようにアトマイズ法によって調製した複合金属粉末、すなわち金属粉末マトリックス中に粒径30 μ m以下のセラミックス粒子を分散して成る複合金属粉末にバインダを添加して成形型に充填し、圧縮成形することにより、所定形状の成形体を形成する。次に得られた成形体を脱脂後、焼結し、得られた焼結体を所定形状に仕上げ加工して製造される。

【0031】上記耐摩耗部品によれば、原料の粉末段階において、既に金属中にセラミックスの微細粒子が均一に分散した複合金属粉末を使用しているため、耐摩耗部品自体に含有されるセラミックスの分散性も極めて良好である。したがって、従来部品において頻発したセラミックス粒子の分散不良による摺動特性の低下が効果的に解消される。

【0032】特に金属粉末とセラミックス粒子とを長時間混合して原料粉末の組成のばらつきを低減していた従来の粉末冶金法における原料の混合時間を大幅に短縮することが可能になり、耐摩耗部品の製造効率を飛躍的に高めることができる。

【0033】また従来製法においては、金属の融点より低い焼結温度で加熱し焼結段階にて初めて金属粉末とセラミックスとを接合していたため、接合強度が小さく、耐摩耗部品自体の構造強度が低下するおそれがあった。

【0034】しかしながら本発明においては熔融した高温の金属溶湯によって各セラミックス粒子の全表面が覆われ、高い接合強度で一体に接合された状態で予め複合金属粉末が形成されているため、この複合金属粉末の焼結体から成る耐摩耗部品の接合強度も高くなり、優れ

た構造強度を備えることになる。

【0035】

【実施例】次に本発明の実施例について添付図面および実験データを参照してより具体的に説明する。

【0036】実施例として、図2に示すようなアトマイズ粉製造装置1を使用して、金属として各々純Fe、SUS304を使用する一方、無機化合物として粒径が5~20 μ m以下のSi₃N₄粉末を使用して各々純Fe、SUS304をマトリックスとする複合金属粉末を調製した。

【0037】ここで図2に示すアトマイズ粉製造装置1は金属原料2を溶解した溶湯3と、セラミックス粒子（原料）4との混合物を保持する溶解炉5と、溶解炉5の側壁外周に配置され、金属原料2を電磁的に加熱し溶解せしめる高周波誘導加熱器6と、セラミックス粒子（原料）4を分散させた金属溶湯3を一定速度で噴出させるノズルヘッダ7と、高圧水、圧縮空気などの高圧流体をノズルヘッダ7に供給し、噴出した金属溶湯3を微細化する高圧流体供給装置8と、噴霧された金属溶湯3を冷却凝固せしめる水を収容した噴霧タンク9とを備えて構成される。

【0038】溶解炉5内に投入された金属原料2は、高周波誘導加熱器6によって加熱熔融され、金属溶湯3となる。この状態でセラミックス粒子4を投入すると、高周波誘導加熱器6から受ける電磁力によって激しく対流する溶湯3とセラミックス粒子4とが攪拌混合される。セラミックス粒子4が均一に分散した溶湯3は、ノズルヘッダ7に供給された2~8気圧の圧縮空気（高圧流体）によって微細化され、さらに凝固して複合金属粉末10となり、噴霧タンク9下部に回収される。

【0039】この製造装置1において、ノズルヘッダ7に穿設する細孔の大きさ、セラミックス粒子4が分散した溶湯3の噴出速度、アトマイズ用の高圧流体の圧力などを調節することによって複合金属粉末10の粒径や粒度分布を任意に設定することができる。

【0040】上記製造装置1を使用して製造された各々の複合金属粉末10は、いずれも図1に示すように大略球状であり、外径Dは50~200 μ m程度であり、連続した金属マトリックス2a間にセラミックス粒子4が均一に分散した組織を有する。また複合金属粉末全容積に対するセラミックス粒子の容積率は10~20 vol %とした。

【0041】次に調製した各々の複合金属粉末に対して5重量%の有機バインダを添加して混合し、2種類の均一な粉末混合体を用意した。

【0042】次に各混合体を加圧して円筒状の成形体を得た。そして各成形体を水素ガス雰囲気において温度500~800℃で30分間~2時間加熱することにより脱脂した。次に脱脂した各成形体を減圧した水素ガス雰囲気において、1300℃の温度で焼結した。そして得

10

20

30

40

50

られた各成形体に機械加工を施し、最終的に外径30mm、内径26mm、高さ10mmの寸法を有する耐摩耗部品としての円筒状の軸受を得た。

【0043】この各軸受は焼結密度、抗折強度に優れ、熱膨脹率もマトリックスである金属の純Fe、SUS304に殆ど等しいものであった。

【0044】次に実施例に係る耐摩耗部品としての各軸受の耐摩耗特性、摺動特性および耐久性を評価するために、図3に示すように各軸受11にFCD製の回転軸12を挿通し、この回転軸12の両端に各10kgずつ、合計20kgの荷重を付加した状態で耐摩耗試験を実施した結果、良好な耐摩耗性および耐久性を得た。

【0045】上記実施例においては、炭素含有量が低い金属原料を使用した例で示しているが、逆に炭素含有量が高い金属原料を使用した場合においては、製造した複合金属粉末の外表面が酸化され易く、粉末内部の炭素含有量が高くなる。そこで温度950～1000℃に加熱する脱炭処理を行なうことにより、C含有量が0.05～0.1%程度の複合金属粉末とすることができる。

【0046】さらに図2に示すアトマイズ粉製造装置においては、高周波誘導加熱器6によって溶湯3に付与される電磁力に基づく対流作用によって、セラミックス粒子4を攪拌混合し、金属溶湯3中に分散させている。

【0047】しかしながら、より攪拌効果を高めるために、例えば金属溶湯3からの熱に耐える、WやMo等の高融点金属材料で形成した攪拌機を溶解炉5内部に装備することもできる。

【0048】

【発明の効果】以上説明の通り、本発明に係る複合金属

粉末とその製造方法および複合金属粉末から形成された耐摩耗部品によれば、無機化合物粉末を含有する金属溶湯をアトマイズ法によって微粉化することにより、連続した金属マトリックス間に無機化合物粒子が均一に分散し、高い接合強度で一体化した複合金属粉末が効率的に得られる。

【0049】この複合金属粉末を原料粉末として使用することにより、無機化合物粉末が均一に分散した耐摩耗部品を安価で効率的に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る複合金属粉末の一実施例を示す拡大断面図。

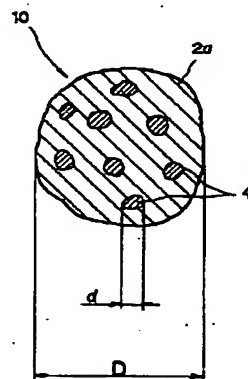
【図2】本発明に係る複合金属粉末を製造するためのアトマイズ粉製造装置の構成例を示す断面図。

【図3】耐摩耗試験要領を示す斜視図。

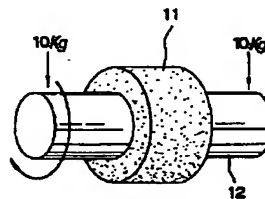
【符号の説明】

- 1 アトマイズ粉製造装置
- 2 金属原料
- 2a 金属マトリックス
- 3 溶湯
- 4 セラミックス粒子（原料）
- 5 溶解炉
- 6 高周波誘導加熱器
- 7 ノズルヘッド
- 8 高圧流体供給装置
- 9 噴霧タンク
- 10 複合金属粉末
- 11 軸受
- 12 回転軸

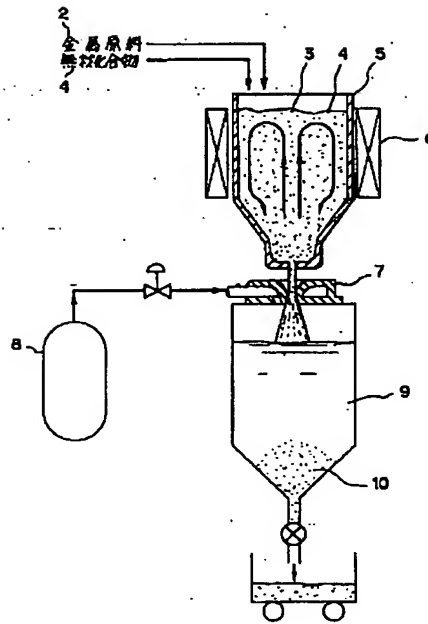
【図1】



【図3】



【図 2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

C 0 4 B 35/58

識別記号 庁内整理番号

1 0 2 G 8821-4G

1 0 4 A 8821-4G

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 佐藤 孔俊

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 福田 泰幸

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 東
芝マテリアルエンジニアリング株式会社内